

Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas

Everardo Barba Macías

Lab. de Ecosistemas Costeros. Depto. de Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Apdo. Postal 55-535. México. D.F. C. P. 09340.

Barba Macías, E., 1999. Variación de la densidad y la biomasa de peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. *Hidrobiológica* 9 (2): 103-116.

RESUMEN

La variación espacial y temporal de la densidad y la biomasa de los peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre fue analizada para el periodo de 1989-1990. La densidad y biomasa total de peces fue de 68.82 ind · m⁻² y 8.24 g phf · m⁻² y para decápodos de 76.72 ind · m⁻² y 35.30 g phf · m⁻², respectivamente. Espacialmente, las capturas máximas de peces fueron en Boca la Liebre e Isla la Coyota (63%) y para decápodos en Isla Venado, Boca la Liebre y Punta Piedra (43%). Temporalmente la densidad y la biomasa total para peces fue en secas (49%) y nortes (46%), respectivamente. Los peces dominantes fueron *Anchoa mitchilli*, *Lagodon rhomboides* y *Micropogonias undulatus*, mientras que *Leiostomus xanthurus* tuvo una biomasa elevada. Con respecto a los decápodos, la densidad máxima fue en nortes (40%), y la biomasa en secas (55%). Los decápodos con densidad mayor fueron *Hippolyte zostericola*, *Farfantepenaeus aztecus*, *Tozeuma carolinense*, *Dyspanopeus texanus*, *Farfantepenaeus duorarum*, *Litopenaeus setiferus* y *Palaemonetes pugio*. Mientras que en biomasa fueron *Callinectes sapidus*, *F. aztecus*, *F. duorarum* y *D. texanus*. La distribución de la densidad y la biomasa se asoció con la homogeneidad ambiental dada por la salinidad y por los substratos con vegetación acuática sumergida (VAS) (*Halodule wrightii*, *Dyctiota dichotoma* e *Hypnea cervicornis*). Más del 50% de los peces y de los decápodos se encontraron en VAS. La variación de la densidad y la biomasa de los peces juveniles y los decápodos epibénticos en la región central de Laguna Madre mostró tres patrones de distribución: de especies asociadas a las bocas, habitantes en substratos con VAS y especies con una amplia distribución espacial y temporal.

Palabras clave: peces juveniles, decápodos epibénticos, distribución, densidad, biomasa, substratos con vegetación acuática sumergida, región central, Laguna Madre.

ABSTRACT

The spatial and temporal variation in density and biomass of juvenile fishes and epibenthic decapods in 1989-1990 in the central region of Laguna Madre, was analyzed. Density and total biomass (wet weight) of fish were 68.82 ind · m⁻² and 8.24 g · m⁻², respectively, and of decapods 76.72 ind · m⁻² and 35.30 g · m⁻² respectively. Spatially, the maximum catch of fish was taken in the Boca la Liebre and La Coyota Island (63%) while of decapods in Venado Island, Boca la Liebre and Punta Piedra (43%). On a seasonal basis, the highest density and biomass of fish occurred in the dry season (49%) and in the period of winter storms or nortes (46%) respectively. The dominant fish species were *Anchoa mitchilli*, *Lagodon rhomboides* and *Micropogonias undulatus*, while *Leiostomus xanthurus* had a high biomass. The highest density of decapods occurred during the nortes period (40%) while highest biomass occurred in the dry season (55%). The decapods with highest density were *Hippolyte zostericola*, *Farfantepenaeus aztecus*, *Tozeuma carolinense*, *Dyspanopeus texanus*, *F. duorarum*, *Litopenaeus setiferus* and *Palaemonetes pugio*, while those with highest biomass were *Callinectes sapidus*, *F. aztecus*, *F. duorarum* and *D. texanus*. For fish, 40% of total density, 55% of total biomass and 67% of all species were associated with substrates of submerged aquatic vegetation (SAV). For decapods, 74% of density, 41%

of biomass and 73% of all species were found in this habitat. More than 50% of the fish and 73% of the decapod species were residents in SAV. The variation of density and biomass of juvenile fishes and epibenthic decapods showed three patterns of distribution in the study area: species associated with the mouths, inhabitants of substrates with SAV and those having a wide spatial and temporal distribution.

Key words: juvenile fish, epibenthic, decapods, distribution, density, biomass, aquatic submerged vegetation, Laguna Madre, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas estuarinos representan en su mayoría un potencial de recursos pesqueros de considerable magnitud y son utilizados por invertebrados y peces como áreas de refugio, crecimiento, alimentación y reproducción (Kikuchi y Pèrés, 1977; Livingston, 1984). En estos sistemas los decápodos son un grupo dominante y los peces representan alrededor del 99% del necton (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Laguna Madre es la laguna costera de mayor extensión (215,160 ha) en el país (Lankford, 1977) y se comunica con la región norte de la plataforma continental del oeste del Golfo de México. En esta laguna sobresale la pesca de moluscos, camarones, jaibas y peces (Hildebrand, 1958; Gómez-Soto y Contreras-Balderas, 1987; Leija-Tristán et al., 1995).

En Laguna Madre las densidades faunísticas son altas pese a su régimen hipersalino (28-50 ups) (Barba, 1992). Donde la presencia de substratos cubiertos por vegetación acuática sumergida (VAS) (macroalgas y fanerógamas acuáticas), favorece el reclutamiento de densidades elevadas de invertebrados y peces (Heck y Crowder, 1991; Barba, 1992; Sánchez et al., 1996). Numerosos estudios indican que los pastos marinos proveen de un hábitat de alta calidad, lo cual se refleja en la complejidad estructural de éste, tanto para peces como para macrocrustáceos cuando se comparan con hábitat desprovistos de vegetación (Minello y Zimmerman, 1992).

La escasa información en esta laguna, y la creciente pérdida de ambientes costeros como las praderas de pastos marinos entre otros, fueron los factores que motivaron a la realización de este estudio con el objeto de conocer la variación espacial y temporal de la densidad y la biomasa de los peces juveniles y decápodos epibénticos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna Madre se localiza al este del estado de Tamaulipas entre los 23° 48' y 25° 27' de latitud norte y los 97° 23' y 97° 52' de longitud oeste. Los depósitos del río

Bravo la delimitan al norte y la desembocadura del río Soto la Marina al sur, su longitud aproximada es de 185 km, y su profundidad promedio de 0.70 m (Hildebrand, 1958; Barba, 1992). Laguna Madre se encuentra separada del mar por una barrera arenosa y se comunica con él por 13 bocas la mayoría son temporales y sólo las Bocas El Mezquital, Ciega, Catán y Caballos son permanentes. La laguna se ha dividido en dos cuencas de acuerdo con su fisiografía: la Septentrional y la Meridional. La primera es la mayor, con 20 km de ancho y 55 km de largo y una profundidad máxima de 3 m en su porción marginal noroeste. La segunda es menos ancha, pero más larga y menos profunda (1.3 m) (Hildebrand, 1969).

Para este estudio se seleccionó la región central de la Cuenca Meridional y fue delimitada entre la desembocadura del Río San Fernando y la Boca de Catán, así como también por su importancia pesquera (Fig. 1). Esta región fue dividida en dos zonas de acuerdo a las características ambientales: zona interna somera, hipersalina y cubierta por extensas praderas de VAS, y la ubicada en las bocas (Barba, 1992). Estas, son áreas de mayor profundidad, desprovistas de VAS implantada y con características euhalinas. La VAS dominante estuvo representada por la fanerógama acuática *Halodule wrightii* y las macroalgas de los géneros *Acetabularia*, *Gracilaria*, *Enteromorpha*, *Spyridia*, *Hypnea*, *Dictyota*, *Sargassum*, *Laurencia* y *Jania*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos se llevaron a cabo en horas de iluminación en 11 localidades ubicadas en la región central de la laguna (Fig. 1), durante el periodo de 1989 a 1990. Estos cubrieron los meses de abril y junio (época de secas), agosto y septiembre (lluvias) y diciembre y febrero (nortes). Las localidades se seleccionaron con base en la distribución de la VAS y los aportes de agua marina y continental. En cada localidad se determinó la profundidad, salinidad y temperatura del fondo, porcentaje de carbonatos, porcentaje de materia orgánica en sedimento superficial, textura del sedimento y presencia de la VAS (Tabla 1). Las

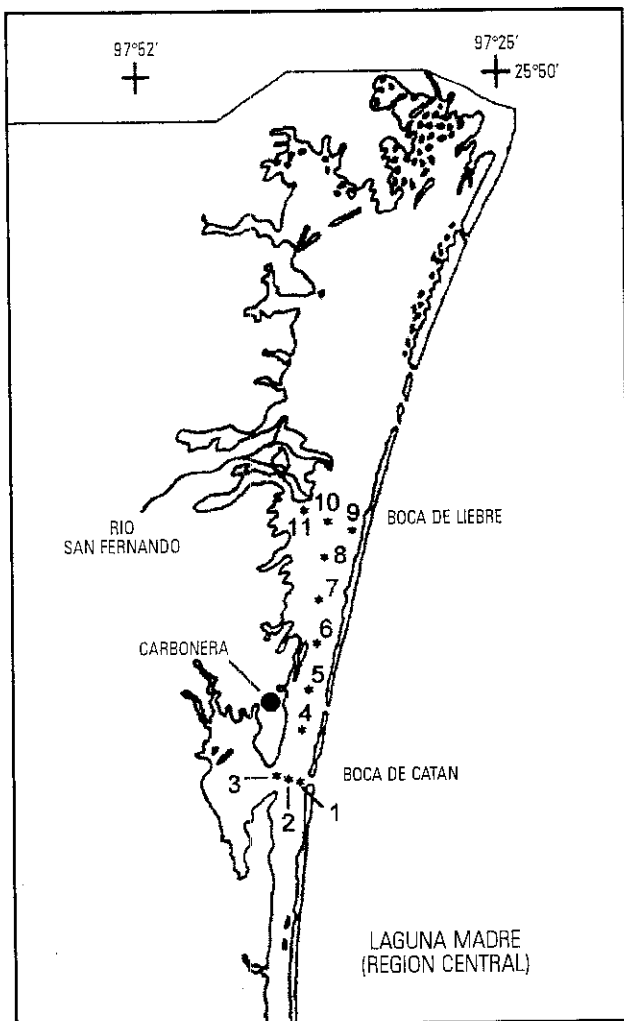


Figura 1. Ubicación del área de estudio y localidades de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

muestras biológicas se obtuvieron mediante arrastres lineales realizados con una red de barra tipo Renfro (Renfro, 1962), con una luz de malla de 1 mm, una abertura de boca de 2 m. En cada arrastre se cubrió un área de barrido de 50 m². Los organismos se identificaron a nivel específico con base en las características morfológicas propuestas para peces por Hoese y Moore (1977), Fischer (1978) y Cervigón (1991-1994) y para decápodos por Pérez-Farfante (1969), Pérez-Farfante y Kingsley (1997), Chace (1972), Felder (1973), Ringo y Zamora (1968), y Williams (1984).

Análisis de datos

La división ambiental de la región central se agrupó con base en la distribución espacial y temporal de la profundidad, salinidad y la temperatura del fondo, porcentaje de carbonatos, porcentaje de materia orgánica,

textura del sedimento superficial, cobertura de vegetación de las localidades así como de la abundancia de las especies mediante (1) un análisis de correspondencia sin tendencia (Decorana; Hill, 1979a), (2) análisis de regresión múltiple por pasos para determinar las variables de los ejes de ordenación y (3) análisis multivariado de dos vías para agrupar a las localidades y a las especies (Hill, 1979b). La densidad relativa fue cuantificada como el número de organismos muestreados dividido entre el área de barrido (50 m²). Mientras que la biomasa relativa fue expresada como peso húmedo fijado en gramos (phf) entre el área de barrido (50 m²), para ello todos los especímenes fueron pesados individualmente en una balanza Sartorius (± 0.001 g). La variación de la densidad y la biomasa fue analizada en las escalas espacial (localidades) y temporal (épocas climáticas).

Para la jerarquización de las especies por su densidad ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$), biomasa ($\text{g phf} \cdot \text{m}^{-2}$) y frecuencia (expresada en %), se aplicó la prueba de asociación no paramétrica tipo Olmstead-Tükey (Sokal y Rohlf, 1981), denominada gráfico de cuadrantes, mediante éste análisis se obtuvieron las siguientes categorías: 1) Dominantes: Densidad y frecuencia alta (especies que presentaron valores de densidad, biomasa y frecuencia mayores a la media), 2) Constantes: Densidad baja y frecuencia alta (especies cuyo valor de densidad, biomasa es menor a la media y frecuencia mayor a la media), 3) Frecuentes: Densidad alta y frecuencia baja (especies cuyo valor de densidad, biomasa es mayor y su frecuencia es menor a la media), y 4) Ocasionales o raras: Densidad y frecuencia baja (especies cuyo valor de densidad, biomasa y frecuencia es menor a la media) (Tablas 4 y 7).

RESULTADOS

Un total de 3,441 peces pertenecientes a 33 especies con una densidad total de $68.84 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Tabla 2) y una biomasa total de $8.24 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$ (Tabla 3), y por 3,913 decápodos pertenecientes a 28 especies con una densidad total de $76.72 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Tabla 5) y una biomasa total de $35.30 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$ (Tabla 6), fueron recolectados en la región central de Laguna Madre.

Variación espacial de la densidad y la biomasa

Peces. Las especies importantes en densidad fueron *Eucinostomus argenteus* ($27.66 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Anchoa mitchilli* ($18.78 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Lagodon rhomboides* ($6.52 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Micropogonias undulatus* ($4.98 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) y *Leiostomus xanthurus* ($2.64 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) (Tablas 2 y 4). La densidad máxima se registró en Boca la Liebre con un valor de $31.08 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$,

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros físico-químicos del agua, sedimento y presencia de vegetación acuática sumergida durante el periodo de 1989 a 1990.

Localidad	Nombre	Salinidad	T (ups)	Carbonatos (°C)	C. orgánico %	Profundidad %	Textura (m)	VAS
1	Boca de Catán	36.8	19.1	29.03	1.90	3.88	Arenas gruesas	NO
2	Entre Catán y Punta Piedra	37.4	19.1	17.60	1.06	1.85	Arena muy fina	NO
3	Punta Piedra	39.4	19.9	19.08	0.70	1.41	Limo muy fino	NO
4	Punta Alambre	38.0	19.1	7.73	0.61	1.20	Arcilla	SI
5	Isla Pita	39.2	21.4	41.68	0.78	1.45	Arcilla	SI
6	Carbonera	40.2	21.0	46.13	1.16	1.35	Arcilla	SI
7	Isla Vaca	39.4	19.4	6.85	0.95	1.20	Limo muy fino	SI
8	Isla la Coyota	39.8	19.4	42.98	1.13	1.10	Limo grueso	SI
9	Boca la Liebre	40.6	19.1	24.52	1.71	3.68	Arena gruesa	NO
10	Isla Venado	40.0	18.9	16.48	0.79	0.85	Limo grueso	SI
11	Las Pintas	33.0	20.0	23.40	0.82	0.75	Limo grueso	NO
	Promedio	38.5	19.7	25.04	1.05	1.70		
	Intervalo*1	18-50	5.6-30	1.9-91.20	0.51-5.0	0.30-9.0		

*1 intervalo de la muestra total.

VAS=presencia de vegetación acuática sumergida

seguida por Isla la Coyota con $12.94 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ y Boca de Catán con $5.88 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$. Los valores mínimos fueron para la Isla Pita con $1.84 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (Tabla 2; Fig. 2). El valor máximo de densidad en Boca la Liebre, se debió a la captura elevada de *E. argenteus* con una densidad de $26.20 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ (84% de la localidad) (Tabla 2). Las especies dominantes tuvieron una distribución amplia, donde *L. xanthurus* tuvo su valor máximo en la Boca de Catán ($1.84 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *M. undulatus* ocurrió en ambas bocas: Boca la Liebre ($1.46 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) y Boca de Catán ($1.32 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$); *L. rhomboides* en Boca la Liebre ($1.94 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), Carbonera ($1.48 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) e Isla Pita ($1.34 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), y por último *A. mitchilli* en Isla Coyota ($12.26 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) e Isla Venado ($1.28 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) (Tabla 2). Las especies ocasionales fueron *Membras martinica*, *Trachinotus carolinus*, *Lupinoblennius nicholsi*, *Cyprinodon variegatus*, *Cynoscion nebulosus*, *C. regalis* y *Eucinostomus gula*, las cuales se asociaron exclusivamente a las bocas. Por otro lado, *Anchoa hepsetus* e *Hippocampus zosterae*, se capturaron en Isla Vaca y Punta Alambre respectivamente. Con respecto a la biomasa, las especies dominantes fueron *A. mitchilli* ($1.00 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$), *M. undulatus* y *L. rhomboides* ($0.27 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$), mientras que *E. argenteus* se obtuvo con mayor frecuencia ($0.81 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$) (Tablas 3 y 4). Las localidades con los valores máximos de biomasa fueron Boca La Liebre ($2.99 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$), Isla La Coyota ($1.05 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$), Las Pintas ($0.96 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$), Isla Vaca y Boca de Catán ($0.87 \text{ g phf} \cdot \text{m}^{-2}$) (Tabla 3; Fig. 3). El 40% de la

densidad, el 60 % de la biomasa y el 67% de las especies se capturaron en ambientes con VAS.

Decápodos.- Las especies dominantes en densidad fueron *Hippolyte zostericola* ($17.54 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Penaeus aztecus* ($14.94 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Tozeuma carolinense* ($9.1 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Dyspanopeus texanus* ($7.16 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Penaeus duorarum* ($5.94 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), *Penaeus setiferus* ($5.26 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) y *Palaemonetes pugio* ($3.62 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) (Tablas 5 y 7). La densidad de estas especies sumó el 82% de la densidad total de los decápodos. Los valores máximos de la densidad espacial fueron en Isla Venado ($18.96 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$), Punta Alambre ($15.64 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$) y Boca la Liebre ($9.78 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$).

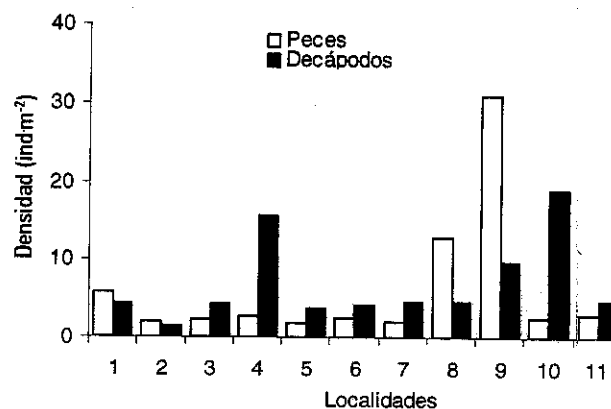


Figura 2. Distribución espacial de la densidad de peces y decápodos.

Tabla 2. Distribución espacial de la densidad (ind · m⁻²) de peces de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

Especie/localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Eucinostomus argenteus</i>	1.04	—	—	0.42	—	—	—	—	26.20	—	—	27.66
<i>Anchoa mitchilli</i>	0.84	0.80	0.74	0.26	0.08	0.78	0.48	12.26	0.96	1.28	0.30	18.78
<i>Lagodon rhomboides</i>	0.04	0.30	0.28	0.36	1.34	1.48	0.26	0.04	1.94	0.36	0.12	6.52
<i>Micropogonias undulatus</i>	1.32	0.32	0.20	0.08	0.06	—	0.12	0.36	1.46	0.02	1.04	4.98
<i>Leiostomus xanthurus</i>	1.84	0.10	0.02	0.04	—	0.02	—	—	0.22	0.32	0.08	2.64
<i>Brevoortia gunteri</i>	—	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	1.22	1.26
<i>Polydactylus octonemus</i>	0.04	—	—	0.94	—	—	—	—	—	—	0.02	1.00
<i>Anchoa hepsetus</i>	—	—	—	—	—	—	0.92	—	—	—	—	0.92
<i>Gobionellus schufeldti</i>	0.10	0.50	—	0.10	—	—	—	0.02	0.04	0.04	—	0.80
<i>Gobiosoma bosci</i>	0.08	—	—	—	0.32	—	0.08	0.02	0.02	0.18	—	0.70
<i>Mugil cephalus</i>	—	—	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	0.60
<i>Syngnathus scovelli</i>	—	—	0.08	0.04	—	0.02	0.04	0.14	0.04	0.08	0.06	0.50
<i>Opsanus beta</i>	—	—	—	0.18	—	—	0.02	0.04	0.02	0.04	—	0.30
<i>Citharichthys sp.</i>	0.06	0.04	—	—	—	—	—	—	0.12	—	0.04	0.26
<i>Citharichthys spilopterus</i>	0.06	0.06	0.06	0.02	—	0.02	—	—	—	—	—	0.22
<i>Gobiosoma robustum</i>	—	—	—	—	—	—	0.02	—	—	0.20	—	0.22
<i>Orthopristis crysoptera</i>	—	—	0.04	0.02	0.02	0.06	—	—	0.06	0.02	—	0.22
<i>Syngnathus floridae</i>	—	—	0.10	0.02	—	—	0.06	—	—	—	—	0.18
<i>Archosargus probatocephalus</i>	0.02	—	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	0.16
<i>Elops saurus</i>	0.10	0.04	—	—	—	—	—	0.02	—	—	—	0.16
<i>Mugil curema</i>	0.14	—	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—	0.16
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	—	—	—	0.08	—	0.04	—	—	—	—	0.02	0.14
<i>Myrophis punctatus</i>	0.02	0.02	0.02	—	0.02	—	—	0.04	—	—	—	0.12
<i>Cynoscion regalis</i>	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06
<i>Membras martinica</i>	0.02	—	—	—	—	0.02	—	—	—	—	0.02	0.06
<i>Hippocampus zosterae</i>	—	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	0.04
<i>Lupinoblennius nicholsi</i>	0.04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04
<i>Paralichthys lethostigma</i>	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.04
<i>Cynoscion nebulosus</i>	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
<i>Cyprinodon variegatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02
<i>Eucinostomus gula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02
<i>Trachinotus carolinus</i>	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
<i>Menidia beryllina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02
Total	5.88	2.18	2.28	2.64	1.84	2.46	2.00	12.94	31.08	2.54	2.98	68.84

Estas localidades representaron el 58% de la densidad espacial total (Tabla 5; Fig. 2). En Isla Venado *H. zostericola* (10.86 ind · m⁻²) contribuyó con el 57%, en Punta Alambre *H. zostericola* (3.48 ind · m⁻²), *Lucifer faxoni* (3.3 ind · m⁻²) y *D. texanus* (2.92 ind · m⁻²), conformaron el 62% y en Boca la Liebre *T. carolinense* (3.84 ind · m⁻²), *L. faxoni* (2.26 ind · m⁻²) y *P. duorarum* (1.78 ind · m⁻²), representaron el 80% de la densidad en esta localidad (Tabla 5). *H. zostericola*, *P. aztecus*, *D. texanus* y *P. duorarum* tuvieron una distribución espacial amplia de la densidad (Tabla 5). Las especies ocasionales como *Latreutes fucorum* y *Uca subcylindrica*

fueron registradas en Boca de Catán, *Ambidexter symmetricus* en Boca la Liebre y *Arenaeus cribrarius* en ambas bocas. *Alpheus floridanus* fue encontrada en Punta Alambre mientras que *Mennippe mercenaria* y *Panopeus occidentalis* en Isla Venado en ambientes con VAS.

Las especies dominantes en biomasa fueron *Callinectes sapidus* (12.01 g phf · m⁻²), *P. aztecus* (7.40 g phf · m⁻²), *P. duorarum* (6.0 g phf · m⁻²) y *Libinia dubia* (3.17 g phf · m⁻²) (Tablas 6 y 7). Estos valores se debieron a la recolección de individuos de tallas grandes. La biomasa tuvo valores

máximos en las localidades Boca la Liebre (147.88 g phf · m⁻²) donde *C. sapidus* aportó el 69%, Entre Boca de Catán y P. Piedra (4.93 g phf · m⁻²), *L. dubia* contribuyó con el 64%, Isla Venado (3.99 g phf · m⁻²) y en Carbonera (3.17 g phf · m⁻²) *Ocypode quadrata* sumó el 36% (Tabla 6; Fig. 3). El 74% de la densidad, el 41% de la biomasa y el 73% de las especies de decápodos fueron recolectadas en ambientes con VAS.

Variación temporal de la densidad y la biomasa

Peces.- La época de secas representó el 49% de la densidad total (33.94 ind · m⁻²), seguida por nortes (18.76

ind · m⁻²) y por último lluvias (16.12 ind · m⁻²) (Tabla 4, Fig. 4). *E. argenteus* sólo se capturó en secas y contribuyó con 27.66 ind · m⁻², lo cuál sumó el 81% de la densidad para esta época (Tabla 4). En lluvias la densidad estuvo constituida por *A. mitchilli* (6.6 ind · m⁻²) y *L. rhomboides* (3.1 ind · m⁻²), mientras que para nortes fueron *A. mitchilli* (6.6 ind · m⁻²), *M. undulatus* (4.76 ind · m⁻²) y *L. xanthurus* (2.32 ind · m⁻²). En ésta época se encontró el número máximo de especies de peces (Tabla 4). *A. hepsetus* y *Citharichthys* sp. sólo fueron registradas para secas, mientras que *E. gula*, *Menidia beryllina*, *Paralichthys lethostigma* y *T. carolinus* sólo en lluvias y *C. nebulosus*,

Tabla 3. Distribución espacial de la biomasa (g · m⁻²) de peces de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

Especie/localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Lagodon rhomboides</i>	0.05	0.20	0.19	0.12	0.21	0.29	0.70	0.24	0.70	0.17	0.12	2.99
<i>Anchoa mitchilli</i>	0.06	0.01	0.04	0.01	0.01	0.11	0.07	0.53	0.08	0.08	0.01	1.01
<i>Micropogonias undulatus</i>	0.12	>0.00	0.07	0.01	0.02	—	0.01	0.06	0.26	>0.00	0.29	0.84
<i>Eucinostomus argenteus</i>	0.01	—	—	0.01	—	—	—	—	0.80	—	—	0.82
<i>Leiostomus xanthurus</i>	0.19	>0.00	>0.00	0.01	—	0.06	—	—	0.13	0.07	0.09	0.57
<i>Paralichthys lethostigma</i>	0.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.37
<i>Brevoortia gunteri</i>	—	—	—	>0.00	—	—	—	—	—	—	0.22	0.22
<i>Anchoa hepsetus</i>	—	—	—	—	—	—	—	0.18	—	—	—	0.18
<i>Gobiosoma bosci</i>	0.02	—	—	—	0.07	—	0.03	>0.00	>0.00	0.02	—	0.15
<i>Eucinostomus gula</i>	—	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	—	0.13	0.13
<i>Opsanus beta</i>	—	—	—	0.02	—	—	0.05	0.02	0.02	0.01	—	0.11
<i>Syngnathus floridae</i>	—	—	0.09	>0.00	—	—	0.01	—	—	—	—	0.11
<i>Mugil cephalus</i>	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10
<i>Archosargus probatocephalus</i>	—	—	0.09	—	—	—	—	—	—	—	—	0.09
<i>Citharichthys spilopterus</i>	>0.00	—	>0.00	0.08	—	>0.00	—	—	—	—	—	0.09
<i>Polydactylus octonemus</i>	0.02	—	—	0.04	—	—	—	—	—	—	0.02	0.08
<i>Myrophis punctatus</i>	>0.00	0.02	0.02	—	0.03	—	—	>0.00	—	—	—	0.07
<i>Syngnathus scovelli</i>	—	—	—	—	—	—	>0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05
<i>Hemicaranx amblyrhyncus</i>	—	—	—	0.03	—	0.01	—	—	—	—	0.01	0.05
<i>Gobionellus schufeldti</i>	0.01	0.02	—	0.02	—	—	—	>0.00	—	0.01	—	0.05
<i>Gobiosoma robustum</i>	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	—	0.03	—	0.03
<i>Mugil curema</i>	0.03	—	—	—	—	>0.00	—	—	—	—	—	0.03
<i>Membras martinica</i>	0.01	—	—	—	—	0.01	—	—	—	—	—	0.02
<i>Menidia beryllina</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02
<i>Orthopristis crysoptera</i>	—	—	>0.00	>0.00	>0.00	>0.00	—	—	>0.00	>0.00	—	0.01
<i>Cyprinodon variegatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	0.01
<i>Citharichthys</i> sp.	>0.00	>0.00	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	>0.00	0.01
<i>Elops saurus</i>	>0.00	>0.00	—	—	—	—	—	>0.00	—	—	—	>0.00
<i>Trachinotus carolinus</i>	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
<i>Hippocampus zosterae</i>	—	—	—	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
<i>Cynoscion regalis</i>	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
<i>Lupinoblennius nicholsi</i>	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
<i>Cynoscion nebulosus</i>	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
Total	0.87	0.26	0.61	0.35	0.34	0.50	0.88	1.05	2.02	0.41	0.96	8.24

Tabla 4. Distribución temporal de la densidad y la biomasa de peces de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. (Dominancia: D= especie dominante, C= especie constante, F= especie frecuente, y O= especie ocasional o rara).

Especie/época	Densidad (ind · m ⁻²)				Dominancia	Biomasa (g phf · m ⁻²)				Dominancia
	Secas	Lluvias	Nortes	Total		Secas	Lluvias	Nortes	Total	
<i>Eucinostomus argenteus</i>	27.66	—	—	27.66	C	0.82	—	—	0.82	F
<i>Anchoa mitchilli</i>	0.50	11.68	6.60	18.78	D	0.18	0.38	0.45	1.01	D
<i>Lagodon rhomboides</i>	2.80	3.10	0.62	6.52	D	1.40	0.41	1.18	2.99	D
<i>Micropogonias undulatus</i>	0.04	0.18	4.76	4.98	D	0.19	0.01	0.65	0.84	D
<i>Leiostomus xanthurus</i>	0.22	0.10	2.32	2.64	D	0.25	0.06	0.26	0.57	C
<i>Brevoortia gunteri</i>	—	0.06	1.20	1.26	O	—	0.02	0.20	0.23	O
<i>Polydactylus octonemus</i>	0.94	0.06	—	1.00	O	0.07	0.01	—	0.08	O
<i>Anchoa hepsetus</i>	—	—	0.92	0.92	O	—	—	0.18	0.18	O
<i>Gobionellus schufeldti</i>	0.08	0.04	0.68	0.80	F	0.01	0.01	0.03	0.05	C
<i>Gobiosoma boscii</i>	0.14	0.26	0.30	0.70	F	0.02	0.05	0.08	0.15	C
<i>Mugil cephalus</i>	0.60	—	—	0.60	O	0.10	—	—	0.10	O
<i>Syngnathus scovelli</i>	0.04	0.10	0.36	0.50	F	>0.00	0.01	0.03	0.04	C
<i>Opsanus beta</i>	0.20	0.08	0.02	0.30	F	0.04	0.03	0.05	0.11	O
<i>Citharichtys sp.</i>	—	—	0.26	0.26	O	—	—	0.01	0.01	O
<i>Citharichtys spilopterus</i>	—	0.02	0.20	0.22	O	—	0.08	0.01	0.09	O
<i>Gobiosoma robustum</i>	—	0.20	0.02	0.22	O	—	0.03	>0.00	0.03	O
<i>Orthopristis crysoptera</i>	0.22	—	—	0.22	O	0.01	—	—	0.01	O
<i>Syngnathus floridae</i>	0.12	—	0.06	0.18	O	0.10	—	0.01	0.11	O
<i>Archosargus probatocephalus</i>	0.14	—	0.02	0.16	O	0.09	—	>0.00	0.09	O
<i>Elops saurus</i>	0.04	—	0.12	0.16	O	>0.00	—	0.01	0.01	O
<i>Mugil curema</i>	0.02	0.10	0.04	0.16	O	0.02	0.01	0.01	0.04	O
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	0.12	0.02	—	0.14	O	0.05	>0.00	—	0.05	O
<i>Myrophis punctatus</i>	—	—	0.12	0.12	O	—	—	0.07	0.07	O
<i>Cynoscion regalis</i>	—	—	0.06	0.06	O	—	—	>0.00	>0.00	O
<i>Membras martinica</i>	0.02	0.02	0.02	0.06	O	0.02	>0.00	0.01	0.03	O
<i>Hippocampus zosterae</i>	—	0.02	0.02	0.04	O	—	>0.00	>0.00	>0.00	O
<i>Lupinoblennius nicholsi</i>	0.04	—	—	0.04	O	>0.00	—	—	>0.00	O
<i>Paralichthys lethostigma</i>	0.04	—	—	0.04	O	0.37	—	—	0.37	O
<i>Cynoscion nebulosus</i>	—	—	0.02	0.02	O	—	—	>0.00	>0.00	O
<i>Cyprinodon variegatus</i>	—	—	0.02	0.02	O	—	—	0.01	0.01	O
<i>Eucinostomus gula</i>	—	0.02	—	0.02	O	—	0.13	—	0.13	O
<i>Trachinotus carolinus</i>	—	0.02	—	0.02	O	—	>0.00	—	>0.00	O
<i>Menidia beryllina</i>	—	0.02	—	0.02	O	—	0.02	—	0.02	O
Total	33.94	16.14	18.76	68.84		3.74	1.26	3.24	8.24	

C. regalis, *Cyprinodon variegatus* y *Myrophis punctatus* en nortes. Por último, las especies *A. mitchilli*, *Gobionellus schufeldti*, *G. boscii*, *L. rhomboides*, *L. xanthurus*, *M. undulatus*, *Mugil curema*, *Orthopristis crysoptera* y *Opsanus beta* tuvieron una distribución temporal amplia con respecto a la densidad (Tabla 4).

La biomasa, fue mas elevada durante la época de nortes (3.27 g phf · m⁻²) y en secas (2.99 g phf · m⁻²) (Tabla 4, Fig. 5). En secas *E. argenteus* (0.81 g phf · m⁻²), y *L.*

rhomboides (0.61 g phf · m⁻²), representaron más del 47% de la biomasa. Mientras que en lluvias *L. rhomboides* (0.40 g phf · m⁻²) representó el 47%, y por último en la época de nortes *L. rhomboides* (1.18 g phf · m⁻²), *M. undulatus* (0.64 g phf · m⁻²), y *A. mitchilli* (0.49 g phf · m⁻²) contribuyeron con más de la mitad de la biomasa de peces (Tabla 4).

Decápodos. - Los valores máximos de densidad se registraron en la época de nortes (38.38 ind · m⁻²) y en la de secas (36.64 ind · m⁻²) (Tabla 7, Fig. 4). En secas *H.*

Tabla 5. Distribución espacial de la densidad (ind · m⁻²) de crustáceos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

Especie/localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.04	0.04	1.08	3.48	0.68	0.62	0.18	0.12	0.12	10.86	0.32	17.54
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	0.54	0.18	0.12	0.74	1.30	1.10	1.82	2.36	0.70	2.78	3.30	14.94
<i>Tozeuma carolinense</i>	—	—	2.20	1.80	—	0.24	0.58	0.02	3.84	0.42	—	9.10
<i>Dyspanopeus texanus</i>	0.58	0.10	0.24	2.92	0.96	0.80	0.54	0.16	0.12	0.58	0.16	7.16
<i>Lucifer faxoni</i>	0.02	0.48	0.22	3.30	—	—	—	—	2.26	—	—	6.28
<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	0.02	0.18	0.12	0.46	0.42	0.40	0.78	1.42	1.78	0.20	0.16	5.94
<i>Litopenaeus setiferus</i>	2.72	0.02	—	1.36	0.06	0.08	0.44	0.36	0.12	0.10	—	5.26
<i>Palaemonetes pugio</i>	—	—	—	0.48	0.06	0.14	0.08	—	0.04	2.54	0.28	3.62
<i>Callinectes similis</i>	0.34	0.10	0.04	0.16	0.08	0.36	0.04	—	0.42	0.16	0.12	1.82
<i>Palaemonetes intermedius</i>	—	—	0.14	0.04	0.02	—	—	—	—	0.62	0.38	1.20
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	—	—	—	0.62	0.22	0.04	—	—	—	0.10	—	0.98
<i>Callinectes sapidus</i>	0.02	0.04	—	—	—	0.04	0.02	0.04	0.20	0.28	—	0.64
<i>Acetes americanus</i>	0.06	0.20	0.14	0.12	—	—	—	0.08	—	—	0.02	0.62
<i>Palaemonetes vulgaris</i>	—	—	0.02	0.04	—	0.34	0.02	—	—	0.04	—	0.46
<i>Alpheus heterochaelis</i>	—	—	—	—	0.02	—	0.06	0.04	0.12	0.14	—	0.38
<i>Libinia erinacea</i>	—	0.06	—	0.06	—	0.08	—	0.02	—	0.02	—	0.24
<i>Libinia dubia</i>	—	0.08	—	0.04	—	—	—	—	—	—	—	0.12
<i>Neopanope packardii</i>	—	—	—	—	—	—	—	0.02	—	0.06	—	0.08
<i>Arenæus cribrarius</i>	0.04	—	—	—	—	—	—	—	0.02	—	—	0.06
<i>Clibanarius vittatus</i>	—	0.04	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06
<i>Ambidexter symmetricus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	—	—	0.04
<i>Menippe mercenaria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	—	0.04
<i>Ocypode quadrata</i>	—	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—	—	—	0.04
<i>Alpheus floridanus</i>	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	0.02
<i>Latreutes fucorum</i>	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
<i>Ovalipes floridanus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02
<i>Panopeus occidentalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	—	0.02
<i>Uca subcylindrica</i>	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02
Total	4.40	1.52	4.34	15.64	3.84	4.26	4.56	4.64	9.78	18.96	4.74	76.68

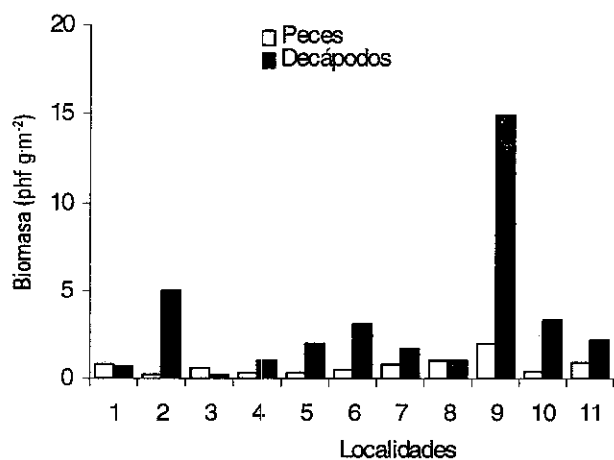


Figura 3. Distribución espacial de la biomasa de peces y decápodos.

zostericola (10.68 ind · m⁻²), *P. aztecus* (9.84 ind · m⁻²), *L. faxoni* (6.26 ind · m⁻²) y *T. carolinense* (4.46 ind · m⁻²), contribuyeron con el 85% de la densidad. Durante el periodo de lluvias, *D. texanus* (5.08 ind · m⁻²), *H. zostericola* (3.72 ind · m⁻²) y *P. pugio* (2.72 ind · m⁻²), sumaron el 57%. Y por último en nortes, *P. aztecus* (11.38 ind · m⁻²), e *H. zostericola* (10.38 ind · m⁻²), constituyeron el 60% de la densidad (Tabla 7). La especie *A. floridanus* fue recolectada sólo en secas, mientras que *O. quadrata* y *P. occidentalis* en lluvias y *A. symmetricus*, *Neopanope packardii*, *Uca subcylindrica* y *Ovalipes floridanus* exclusivamente en el periodo de nortes (Tabla 7).

La variación estacional de la biomasa en crustáceos tuvo su valor máximo para la época de secas (19.3 g phf

Tabla 6. Distribución espacial de la biomasa (g · m⁻²) de crustáceos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas.

Especie/localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
<i>Callinectes sapidus</i>	0.17	0.33	—	—	—	0.39	0.05	0.06	10.35	0.68	—	12.02
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	0.36	0.32	—	0.40	0.93	0.51	0.33	0.58	0.38	1.53	2.07	7.41
<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	>0.00	0.79	0.09	0.19	1.00	0.20	0.99	0.16	2.27	0.30	0.02	6.00
<i>Libinia dubia</i>	—	3.16	—	0.01	—	—	—	0.00	—	—	—	3.18
<i>Libinia erinacea</i>	—	0.31	—	0.03	—	0.61	—	0.24	—	0.21	—	1.41
<i>Arenaeus cribrarius</i>	0.01	—	—	—	—	—	—	—	1.39	—	—	1.40
<i>Ocypode quadrata</i>	—	—	—	—	—	1.16	—	0.00	—	—	—	1.16
<i>Dyspanopeus texanus</i>	0.04	0.01	0.02	0.10	0.07	0.10	0.29	0.04	0.04	0.20	0.02	0.93
<i>Callinectes similis</i>	0.06	>0.00	—	0.02	0.02	0.16	>0.00	—	0.24	0.11	0.01	0.63
<i>Tozeuma carolinense</i>	—	—	0.07	0.10	—	0.01	>0.00	—	0.17	0.02	—	0.37
<i>Palaemonetes pugio</i>	—	—	—	0.05	0.01	0.01	0.01	—	0.01	0.10	0.03	0.21
<i>Hippolyte zostericola</i>	—	—	0.01	0.05	0.01	>0.00	>0.00	—	—	0.09	>0.00	0.17
<i>Palaemonetes intermedius</i>	—	—	0.02	—	0.01	—	—	—	—	0.04	0.03	0.09
<i>Lucifer faxoni</i>	—	>0.00	>0.00	0.04	—	—	—	—	0.01	—	—	0.06
<i>Uca subcylindrica</i>	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.06
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	—	—	—	0.03	>0.00	0.01	—	—	—	0.01	—	0.05
<i>Alpheus heterochaelis</i>	—	—	—	—	0.01	—	0.02	0.01	>0.00	>0.00	—	0.04
<i>Palaemonetes vulgaris</i>	—	—	>0.00	—	—	0.03	>0.00	—	—	>0.00	—	0.03
<i>Neopanope packardii</i>	—	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	0.03	—	0.03
<i>Clibanarius vittatus</i>	—	>0.00	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
<i>Ambidexter symmetricus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01	—	—	0.01
<i>Litopenaeus setiferus</i>	>0.00	—	—	>0.00	—	—	>0.00	>0.00	—	—	—	0.01
<i>Menippe mercenaria</i>	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	—	0.01	—	0.01
<i>Acetes americanus</i>	>0.00	>0.00	>0.00	>0.00	—	—	—	>0.00	—	—	>0.00	0.01
<i>Panopeus occidentalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00	—	>0.00
<i>Ovalipes floridanus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00	>0.00
<i>Alpheus floridanus</i>	—	—	—	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
<i>Latreutes fucorum</i>	>0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>0.00
Total	0.70	4.93	0.22	1.04	2.05	3.18	1.70	1.09	14.88	3.34	2.18	35.30

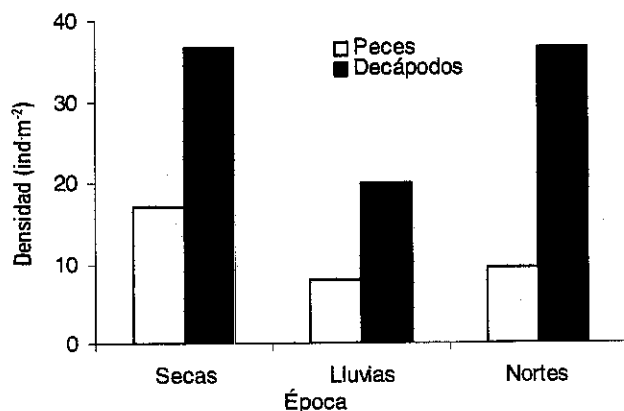


Figura 4. Distribución temporal de la densidad de peces y decápodos.

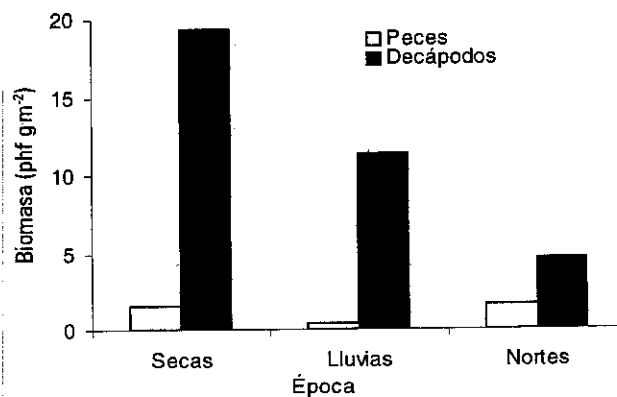


Figura 5. Distribución temporal de la biomasa de peces y decápodos.

Tabla 7. Distribución temporal de la densidad y la biomasa de crustáceos de la región central de Laguna Madre, Tamaulipas. (Dominancia: D= especie dominante, C= especie constante, F= especie frecuente, y O= especie ocasional o rara).

Especie/época	Densidad (ind · m ⁻²)				Dominancia	Biomasa (g · m ⁻²)				Dominancia
	Secas	Lluvias	Nortes	Total		Secas	Lluvias	Nortes	Total	
<i>Hippolyte zostericola</i>	2.54	11.86	3.14	17.54	D	0.02	0.11	0.04	0.17	C
<i>Farfantepenaeus aztecus</i>	2.24	8.54	4.16	14.94	D	1.63	5.46	0.31	7.41	D
<i>Tozeuma carolinense</i>	3.82	0.70	4.58	9.10	D	0.17	0.02	0.18	0.37	O
<i>Dyspanopeus texanus</i>	2.32	3.56	1.28	7.16	D	0.27	0.16	0.49	0.93	D
<i>Lucifer faxoni</i>	5.26	1.02	—	6.28	F	0.05	0.01	—	0.06	O
<i>Farfantepenaeus duorarum</i>	0.32	2.44	3.18	5.94	D	0.52	2.78	2.70	6.00	D
<i>Litopenaeus setiferus</i>	3.38	0.44	1.44	5.26	D	—	—	0.01	0.01	O
<i>Palaemonetes pugio</i>	2.64	0.58	0.40	3.62	D	0.12	0.06	0.03	0.21	O
<i>Callinectes similis</i>	0.54	0.24	1.04	1.82	F	0.30	0.08	0.25	0.63	O
<i>Palaemonetes intermedius</i>	0.64	0.44	0.12	1.20	F	0.05	0.04	0.01	0.09	C
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	0.64	0.34	—	0.98	O	0.03	0.02	—	0.05	O
<i>Callinectes sapidus</i>	0.32	0.18	0.14	0.64	F	11.33	0.25	0.44	12.02	D
<i>Acetes americanus</i>	0.06	0.50	0.06	0.62	F	>0.00	—	>0.00	0.01	C
<i>Palaemonetes vulgaris</i>	0.34	0.10	0.02	0.46	F	0.03	0.01	>0.00	0.03	O
<i>Alpheus heterochaelis</i>	—	0.22	0.16	0.38	O	—	0.03	0.01	0.04	O
<i>Libinia erinacea</i>	0.04	0.16	0.04	0.24	O	0.25	1.13	0.02	1.41	F
<i>Libinia dubia</i>	0.06	0.02	0.04	0.12	O	3.16	0.02	>0.00	3.18	F
<i>Neopanope packardii</i>	—	—	0.08	0.08	O	—	—	0.03	0.03	F
<i>Arenaeus cribrarius</i>	0.04	—	0.02	0.06	O	1.39	—	0.01	1.40	F
<i>Clibanarius vittatus</i>	0.02	0.02	0.02	0.06	O	0.01	—	>0.00	0.01	O
<i>Ambidexter symmetricus</i>	—	—	0.04	0.04	O	—	—	0.01	0.01	O
<i>Menippe mercenaria</i>	0.02	—	0.02	0.04	O	>0.00	—	0.01	0.01	O
<i>Ocyroide quadrata</i>	—	0.04	—	0.04	O	—	1.16	—	1.16	O
<i>Alpheus floridanus</i>	0.02	—	—	0.02	O	>0.00	—	—	>0.00	O
<i>Latreutes fucorum</i>	—	0.02	—	0.02	O	—	>0.00	—	>0.00	O
<i>Ovalipes floridanus</i>	—	—	0.02	0.02	O	—	—	>0.00	>0.00	C
<i>Panopeus occidentalis</i>	—	0.02	—	0.02	O	—	>0.00	—	>0.00	C
<i>Uca subcylindrica</i>	—	—	0.02	0.02	O	—	—	0.06	0.06	O
Total	25.20	31.42	19.98	76.72		19.34	11.36	4.61	35.30	

m⁻²), y el mínimo para nortes (4.60 g phf · m⁻²) (Tabla 7, Fig. 5). Durante secas *C. sapidus* (11.33 g phf · m⁻²), y *L. dubia* (3.15 g phf · m⁻²) representaron el 78% de la biomasa, mientras que en lluvias *P. aztecus* (5.46 g phf · m⁻²), y *P. duorarum* (2.78 g phf · m⁻²), sumaron el 72%, y finalmente durante nortes *P. duorarum* (2.69 g phf · m⁻²) contribuyó con el 58% (Tabla 7).

DISCUSIÓN

La variación espacial de la densidad y la biomasa de los peces juveniles y decápodos epibénticos mostró tres patrones de distribución en la porción central de Laguna Madre. El primer patrón estuvo conformado por especies

relacionadas con las bocas, donde las características prevalecientes fueron ambientes euhalinos, con salinidad y temperatura homogénea; zonas de mayor profundidad, aguas transparentes, substratos arenosos, y desprovistos de VAS implantada lo cual se reflejó en una baja complejidad estructural de éste hábitat. En esta agrupación se encontraron especies marinas o residentes estuarinos temporales, como las especies ocasionales: *Mugil cephalus*, *Elops saurus*, *A. probatocephalus*, *P. lethostigma*, *L. nicholsi*, *T. carolinus*, *C. nebulosus*, *C. regalis*, *C. spilopterus* *Citharichthys* sp. y *C. variegatus* una especie dulceacuícola. La especie frecuente *E. argenteus*, contribuyó significativamente con la densidad en las bocas debido a la captura de grandes cardúmenes de alevinaje. Esta especie es un componente que reside como juveniles

en los estuarios del Golfo de México, presenta hábitos pelágicos, y forma parte importante de la fauna de la plataforma del Golfo de México donde se reproduce (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). El ingreso de estas especies, se relacionó con la utilización de estos ambientes estuarinos como sitios de alevinaje, refugio y alimentación entre otras características (Subrahmanyam, 1985). Con respecto a los crustáceos, los que se distribuyeron en las bocas fueron las especies marinas como *Acetes americanus* y *L. faxoni*, ambas especies planctónicas, *Amydexter symmetricus*, especie de la infauna de substratos arenosos, *A. cribrarius*, *Uca subcylindrica* y *Clibanarius vittatus* las dos primeras pertenecientes a patrón de distribución restringido asociada a las bocas y la última una especie estuarina con amplia distribución no asociada al hábitat (Sánchez et al., 1996).

Los ambientes constituidos por las bocas y localidades cercanas en la región central de Laguna Madre, contribuyeron de manera importante en la composición faunística y en términos de densidad para peces y biomasa para los decápodos epibénticos. Muchas especies optimizan su alimentación y reproducción en la explotación de la productividad y dinámica de esta zona tanto en escalas espaciales como temporales (Subrahmanyam, 1985). Por lo que las especies en las bocas dependen de otras para su refugio a través de cardúmenes de alevinaje (seguridad en número), orientación, o indirectamente por alimentación (Ogburn-Matthews y Allen, 1993).

Un segundo patrón de distribución lo constituyó las especies encontradas en las localidades internas, en condiciones euhalinas-hipersalinas, zonas someras, en su mayoría formadas por substratos limo-arcillosos y por extensas praderas de VAS. Estas especies son estuarinas residentes o visitantes estacionales como *A. hepsetus*; *Gobiosoma robustum*, *S. floridae*, *H. amblyrhynchus*, *H. zosteriae*, *M. beryllina*, *E. gula* y *Ciprinodon variegatus*, y aquellas con una amplia distribución pero preferentemente en VAS, entre estas se encontraron especies residentes permanentes como los syngnathidos *Syngnathus scovelli* y *S. floridae*, y los gobidos *Opsanus beta*, *Gobionellus schufeldti*, *Gobiosoma bosci* y *G. robustum*, los que son bentónicos, sedentarios y comunes en VAS (Brown-Peterson et al., 1988). Los crustáceos que tuvieron esta distribución fueron *A. floridanus*, *A. heterochaelis*, *L. fucorum*, *L. dubia*, *L. erinacea*, *M. mercenaria*, *N. packardii*, *P. gracilis*, y *P. occidentalis*. Estas son especies residentes de substratos con VAS y la mayoría presentan patrones de distribución asociados al hábitat (Sanchez et al., 1996).

El último patrón de distribución lo constituyeron las especies dominantes con una amplia distribución en la la-

guna como fueron las especies de peces eurihalinos *A. mitchilli*, *L. rhomboides*, *M. undulatus* y *L. xanthurus*, así como aquellas que estuvieron presentes en baja densidad en varias localidades como fueron *P. octonemus*, *O. cryoptera*, *M. punctatus*, y *M. martinica*. Mientras que los decápodos que presentaron esta afinidad fueron los carideos *H. zostericola*, *T. carolinense*, *Palaemonetes pugio*, *P. intermedius* y *P. vulgaris*, los cangrejos *D. texanus*, *C. sapidus* y *C. similis*, y los camarones *F. aztecus*, *F. duorarum*, y *L. setiferus*. La mayoría de éstas especies tienen un patrón de distribución amplio no asociado al hábitat, con excepción de *H. zostericola*, *D. texanus*, *C. similis*, y *F. duorarum* los cuales estuvieron asociados a éste (Sanchez et al., 1996; Barba, 1995). *T. carolinense* fue una especie asociada al hábitat y restringida a salinidades euhalinas-hipersalinas por lo que en esta laguna tuvo un patrón de distribución amplio asociado al hábitat de VAS (Barba, 1995). De las especies contenidas en este grupo, los peces, especies de gran movilidad, cubren todo su desarrollo ontogenético en los estuarios por lo que se encontraron juveniles en pastos y adultos que ingresan en periodos nictimerales a VAS y substratos arenosos. Los decápodos en su mayoría son organismos de baja movilidad, comparados con los peces, que residen permanentemente en estos sitios (Gore et al., 1981). Así mismo, las especies de este grupo contribuyeron con los valores máximos de la biomasa, relacionado con la captura de especies de decápodos de grandes tallas. Donde *C. sapidus*, es una especie dominante en los estuarios del Atlántico oeste, que habita una variedad de ambientes desde oligohalinos hasta euhalinos, en hábitats estuarinos y marinos, y tiene un patrón de distribución amplio no asociado al hábitat (Sánchez et al., 1996). Es un depredador importante en estadios juveniles y depredador tope con diferentes estrategias alimentarias como adulto (Sánchez y Raz-Guzman, 1997). Por último los camarones del género *Farfantepenaeus* y *Litopenaeus*, que presentan un patrón de distribución amplio y son estuarinos dependientes en sus estadios juveniles así como *C. sapidus* (Williams, 1984).

Temporalmente, la densidad y la biomasa en nortes, se relacionaron con los periodos de reclutamiento de las especies como *L. rhomboides* y *O. chryoptera* entre otras (Brown-Peterson, 1988). En esta época, se encontró un número importante de especies ocasionales, las cuáles representaron en términos de densidad el 69% de los peces y el 53% de los crustáceos. Esta característica de presentar un mayor número de organismos de especies ocasionales es un patrón común para los ambientes de pastos, los cuales presentan una diversidad elevada de peces e invertebrados (Heck y Weinstein, 1989). Esta inmigración de especies residentes permanentes y visitantes, que se alimentan de invertebrados y juveniles de peces en las zonas de VAS, se

reflejó en las fluctuaciones de la densidad y biomasa de los esciánidos y gerreidos como resultado del establecimiento, migración y mortalidad natural de las mismas, donde sus representantes son principalmente larvas y juveniles (Rooker et al., 1998). Otro grupo de especies, tuvo migraciones al mar por efecto del descenso de la temperatura (Heck y Weinstein, 1989; Rooker y Dennis, 1991). El ingreso importante de especies en nortes contribuyó con valores máximos de biomasa relacionados con especies ocasionales. Las especies que son visitantes estacionales a diferencia de los visitantes ocasionales utilizan las bocas de manera regular. Los periodos de reproducción de las especies estuarino dependientes se lleva a cabo en secas y lluvias, con un ingreso de huevos y larvas que penetran a los estuarios (Subrahmanyam, 1985).

Mientras que en decápodos, el tamaño de las poblaciones decrece temporalmente pero no tanto como la de los peces (Livingston, 1984). En nortes decrecen los residentes de verano por la defoliación y reducción espacial de los pastos marinos, como las poblaciones de carideos (Dugan, 1982; Barba, 1995). En lluvias esta comunidad comienza a decrecer por el incremento en la intensidad de depredación por peces que se reprodujeron en invierno y que cambian sus dietas alimentándose de macrocrustáceos (Odum y Heald, 1972). Sheridan (1992), propone que los peces estuarinos buscan sus recursos alimenticios en progresiones estacionales que siguen con los ciclos de productividad. Las variaciones en el reclutamiento de los crustáceos y por lo tanto de peces es estacional, lo cual se han referido con la densidad de la vegetación en zonas templadas (Hooks et al., 1976; Heck y Crowder, 1991) y a la complejidad estructural de la VAS en ambientes tropicales (Dugan, 1982), así como a la presión de depredación que los provoca (Gore et al., 1981; Heck y Weinstein, 1989). Los decápodos son un componente numéricamente notable entre los invertebrados que se asocian a las praderas de VAS y masas de algas en deriva entre los cuales se encuentran los camarones carideos y xántidos (Hooks et al., 1976; Gore et al., 1981; Dugan, 1982), estos representan una fuente importante de alimento (Minello y Zimmerman, 1992). El 45% de la densidad de peces fue capturada sobre VAS, de las cuáles más del 50% son habitantes permanentes de éstos. Mientras tanto, los decápodos fueron recolectados en un 69% en substratos con VAS.

La mayoría de las especies recolectadas en este sistema son componentes marinos, lo cual coincide con los registros faunísticos de los sistemas lagunares del norte del Golfo de México, en los cuales la fauna lagunar no difiere de la marina (McLusky, 1989; Kobelkowsky, 1985; Sánchez et al., 1996; Franco-López y Chávez-López, 1992). Los

factores ambientales influyen de manera importante en la migración e inmigración de especies, en los patrones de reproducción y crecimiento, así también los factores biológicos como la competencia y depredación son reguladoras de las agrupaciones faunísticas, donde esto repercute en las respuestas tróficas de los organismos (Subrahmanyam, 1985).

Los tipos de hábitat que se encontraron en Laguna Madre fueron básicamente: los substratos sin vegetación y aquellos cubiertos con VAS. La heterogeneidad ambiental y el tipo de hábitat regulan la distribución, abundancia y diversidad faunística. Donde el tipo de hábitat modifica la complejidad cuantitativa de la VAS referida a la biomasa, la cual afecta a la complejidad cualitativa constituida por la arquitectura de la VAS, constituida por las diferentes formas estructurales de la planta, esto se refleja en las fuentes de alimento, protección contra depredación, y todo esto le proporciona un valor al hábitat (Stoner y Lewis, 1985; Heck y Crowder, 1991). Este valor del hábitat se puede cuantificar por el incremento de las tasas de crecimiento y reducción de las tasas de mortalidad debida a la depredación (Minello y Zimmerman, 1992). El hábitat conformado por VAS, reduce la abundancia de depredadores por el incremento en la turbidez, la densidad de las hojas de los pastos, lo que resulta en que un gran número de juveniles usan éstos hábitat (Heck y Weinstein, 1989; Sogard et al., 1989; Sedberry y Carter, 1993). Así mismo, proveen de un hábitat de crianza para una diversidad de peces durante sus estadios tempranos y una fuente de alimento (Olney y Boehlert, 1988; Bell y Pollard, 1989), por lo que los tipos de hábitat y el valor del mismo, influyeron en la distribución espacial y temporal de la densidad y la biomasa, de los peces juveniles y decápodos epibénticos la región central de Laguna Madre.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con apoyo del INP-Tamaulipas. Agradezco al Dr. Luis A. Soto González responsable del laboratorio de Ecología del Bentos, ICMYL, UNAM, por todo su apoyo, al Dr. Alberto Sánchez y a la Dra. Andrea Ruz-Guzman por su valiosa ayuda y asesoría. A los revisores por sus comentarios, así como al Pas. de Biól. Fernando Mondragón por su ayuda en el campo. A la Dra. Sherry Heileman por su ayuda con la traducción.

LITERATURA CITADA

BARBA, M. E., 1992. Comunidades de peces y crustáceos de Laguna Madre, Tamaulipas. I. Crustáceos epibénticos y peces ju-

- veniles de la región sur-central. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 55 p.
- BARBA, M. E., 1995. Patrones de distribución de los carideos de Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 50 p.
- BELL, J. D. y D. A. POLLARD, 1989. Ecology of fish assemblages and fisheries associated with seagrasses, p. 569-609. En: A.W. DARKUM, A. J. McCOMB and S. A. SHEPARD (Comps.). *Biology of Seagrasses*. Elsevier, New York.
- BROWN-PETERSON, N., P. THOMAS y C. R. ARNOLD, 1988. Reproductive biology of the spotted seatrout, *Cynoscion nebulosus*, in south Texas. *Fisheries Bulletin* 86: 373-388.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., 1986. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Dir. Gral. Inst. Nal. Pesca. Ser. Científica, No. 9: 1-296.
- CERVIGÓN, F., 1991-1994. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Fundación Científica. Los Roques, Caracas. Universidad de Oriente. *Núcleo de Nueva Esparta*. Vol. 1-4.
- CHACE, F. A., JR., 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of the West Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology* 98: i-x, 1-179.
- DUGAN, P. J., 1982. Seasonal and geographic distribution of seven decapod crustaceans in Apalachee Bay, Florida. *Contributions to Marine Science* 26: 65-79.
- FELDER, L. D., 1973. *An annotated key to crabs and lobsters (Decapoda, Reptantia) from coastal waters of the northwestern Gulf of Mexico*. Center for Wetland Resources, Louisiana State University. Sea Grant Publication. LSU-SG-73-02, vii + 103 p.
- FISCHER, W., 1978. *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purpose*. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Rome, FAO, 1-5.
- FRANCO-LÓPEZ, J. y R. CHÁVEZ-LÓPEZ, 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica* 3-4: 53-63.
- GÓMEZ-SOTO, A. y S. CONTRERAS-BALDERAS, 1987. Ictiofauna de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. En: IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco. 8-17.
- GORE, R. F., E. E. GALLAHER, L. E. SCOTTO y K. A. WILSON, 1981. Studies of Decapod Crustacea from the Indian River region of Florida. XI. Community, composition, structure, biomass and species-area relationships of seagrass and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 12: 485-508.
- HECK, K. L., JR. y M. P. WEINSTEIN, 1989. Fishes and Decapod Crustaceans of Cape Cod eelgrass meadows: species composition, seasonal abundance patterns and comparison with unvegetated substrates. *Estuaries* 12(2): 59-65.
- HECK, K. L., JR. y B. CROWDER, 1991. Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. En: S. S. BELL, E. D. McCOY y H. R. MUSHINSKY (Comps.). *Habitat Structure: The Physical Arrangement of Objects in Space*. Chapman and Hall, London: 281-299.
- HILDEBRAND, H. H., 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas. *Ciencia* 17(9): 151-173.
- HILDEBRAND, H. H., 1969. Laguna Madre, Tamaulipas. Observation on its hydrography and fisheries. En: AYALA, C. A. y F. B. PHLEGER (Comps.). *Lagunas costeras, un simposio*. Memorias Simposio Internacional. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. 679-686.
- HILL, M. O., 1979a. DECORANA- A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.
- HILL, M. O., 1979b. TWINSPLAN- A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, New York.
- HOESE, D. y R. H. MOORE, 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico*. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A&M. University Press. USA 327 p.
- HOOKS, T. A., K. L. HECK y R. J. LIVINGSTON, 1976. An inshore marine invertebrate community: structure and habitat association in the northeastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 26: 99-109.
- KIKUCHI, T. y J. M. PERÉS, 1977. Consumer ecology of seagrass beds: 147-193. En: McROY y C. HELFFERICH (Comps.). *Seagrass Ecosystems*. Marcel Dekker, Inc., New York. 414 p.
- KOBELKOWSKY, D. A., 1985. Los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biotica* 10(2): 145-156.
- LANKFORD, R. R., 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. En: WILEY, M. (Comp.). *Estuarine Processes*. Estuarine Research Federation Conference, Galveston, Texas. Octubre 6-9, 1976. Academic Press. New York : 182-215.
- LEIJA-TRISTÁN, A., G. A. RODRÍGUEZ-ALMARAZ y F. JIMÉNEZ-GUZMÁN, 1995. Composición, abundancia y distribución espacial del camarón café *Penaeus (Farfantepenaeus) aztecus*, en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Publicaciones Biológicas. F.C.B./U.A.N.L.* 8 (1 y 2): 97-108.
- LIVINGSTON, R. J., 1984. Trophic response of fishes to habitat variability in coastal seagrass systems. *Ecology* 65(4): 1258-1275.

- MCLUSKY, S. D., 1989. *Ecology of estuaries*. Heinemann Educational Books. 144 P.
- MINELLO, T. J. y R. J. ZIMMERMAN, 1992. Utilization of natural and transplanted Texas salt marshes by fish and decapod crustaceans. *Marine Ecology Progress Series 90*: 273-285.
- NELSON, W. G., 1979. An analysis of structural pattern in an eelgrass (*Zostera marina* L.) amphipod community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 39*: 231-264.
- ODUM, W. E. y E. HEALD, 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science 22*: 671-737.
- OSBURN-MATTHEWS, M. V. y D. M. ALLEN, 1993. Interactions among some dominant estuarine nekton species. *Estuaries 16*(4): 840-850.
- OLNEY, J. E. y G. W. BOEHLERT, 1988. Nearshore ichthyoplankton associated with seagrass beds in lower Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series 45*: 33-43.
- PÉREZ-FARFANTE, I., 1969. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, 67(3): i-x, 461-591.
- PÉREZ-FARFANTE, I. y B. KENSLEY, 1997. Penaeoid and Sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the Families and Genera. Mémoires du Museum National D'Histoire Naturelle. Tome 175. Zoologie. 233 p.
- PIELOU, E. C., 1977. *Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons. New York. 385 p.
- RENFRO, W. C., 1962. Small beam net for sampling postlarval shrimp. En: Galveston Biological Lab. June 30, 1962. *U.S. Fisheries and Wildlife Service Circ.*, 161: 86-87.
- RINGO, R. y G. ZAMORA, 1968. A Penaeid postlarval character of taxonomic value. *Bulletin of Marine Science 18*(2): 471-476.
- ROOKER, J. R., S.A. HOLT, M. A. SOTO y G. J. HOLT, 1998. Postsettlement patterns of hábitat use by sciaenid fishes in subtropical seagrass meadows. *Estuaries 21*(2): 318-327.
- ROOKER, J. R. y G. D. DENNIS, 1991. Diet and seasonal changes in a mangrove fish assemblage off southwestern Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science 49*: 684-696.
- SÁNCHEZ A. J., A., RAZ-GUZMAN y E. BARBA, 1996. Habitat value of seagrasses for decapods in tropical coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico: An overview. En: J. KUO, R. C. PHILLIPS, D. I. WALKER y H. KIRKMAN (Comps.). *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Rottneest Island, Western Australia, 25-29 January 1996, pp. 233-240.
- SEDBERRY, G. R. y J. CARTER, 1993. The fish community of a shallow tropical lagoon in Belize, Central America. *Estuaries 16*(2): 198-215.
- SHERIDAN, P. F., 1992. Comparative hábitat utilization by estuarine macrofauna within the mangrove ecosystem of Rookery Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science 50*(1): 21-29.
- SOGARD, S. M., G. V. N. POWELL y J. G. HOLMQUIST, 1989. Spatial distributions and trends in abundance of fishes residing in seagrass meadows on Florida Bay mudbanks. *Bulletin of Marine Science 44*: 179-199.
- SOKAL, R. R. y F. J. ROHLF, 1981. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 776 p.
- SUBRAHMANYAM, C. B., 1985. Fish community of bay estuarine marsh systems in North Florida. Cap. 9:191-206. En: YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (Comp.). *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. Editorial Universitaria, UNAM-PUAL-ICMyL, México. 653p.
- WILLIAMS, B. A., 1984. *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press. 550 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y R. S. NUGENT, 1977. The ecological role of fishes in estuaries and coastal lagoons. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 4* (17): 107-114.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SÁNCHEZ-GIL, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. 1. Caracterización ambiental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial 9*: 1-230.

Recibido: 5 de noviembre de 1998.

Aceptado: 25 de mayo de 1999.